

⑨日本国特許庁

⑪特許出願公開

公開特許公報

昭52—119611

⑤Int. Cl.  
B 32 B 3:12  
B 01 J 35/04

識別記号

52日本分類  
20:31 A 12  
13(9) G 02

庁内整理番号  
7203—41  
6703—4A

⑬公開 昭和52年(1977)10月7日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 10 頁)

⑭セラミック・ハニカム構造物

アメリカ合衆国ニューヨーク州  
エルミラ・ウエスト・ウオータ  
ー・ストリート1001

①特 願 昭52—34328

②出 願 昭52(1977)3月28日

優先権主張 ②1976年3月31日③アメリカ国  
④672155

⑦発 明 者 スレシユ・サコルダス・グラテ  
イ

①出 願 人 コーニング・グラス・ワークス  
アメリカ合衆国ニューヨーク州  
コーニング(番地なし)

④代 理 人 弁理士 浅村皓 外3名

明 細 書

1. 発明の名称

セラミック・ハニカム構造物

2. 特許請求の範囲

(1) ハニカム軸線に全体として平行な構造物を貫通して長手方向に延びる複数個の相互関係にある相互を有し、各細胞がハニカム軸線に垂直な横断面に等可学的形状を形成する隔壁により区画され、さらに細胞が前記横断面に再生的な対称パターンをいつしよに形成することからなるセラミック・ハニカム構造物であり、各細胞が細胞中央を適る長手方向軸線に対して交互に凹状に曲つた隔壁と凸状に曲つた隔壁とからなる複数個の組の隔壁を有し、凸状に曲つた隔壁が凹状に曲つた隔壁の両端部で隣接し、かつこれらの隔壁が逆に隣接することを特徴とするセラミック・ハニカム構造物。

(2) 特許請求の範囲第1項に記載のハニカム・構造物において、各細胞が、横断面(X-Y)内にある互向の隔壁連係係数及び互異性を最小にし、せして曲率に等しい隔壁の端部部分における曲げ応

力を最小にするように選ばれた振幅を有する半正弦波の形状に形成された曲つた隔壁を有することを特徴とするセラミック・ハニカム構造物。

(3) 特許請求の範囲第2項に記載のハニカム構造物において、正弦波形状の振幅が隔壁厚みより小さいことを特徴とするセラミック・ハニカム構造物。

(4) 特許請求の範囲第1、第2、または第3項に記載のハニカム構造物において、各細胞が、隔壁の2つの向かいあつた両側部を形成する凸状に曲つた隔壁及び隔壁の残りの2つの向かいあつた側部を形成する凸状に曲つた隔壁からなる変化した平行四辺形、正方形、または菱形をした全形状を有し、これにより応力を受けて変形中に、細胞の隔壁間のコーナ角度が全体としてコーナ角度の初めの値に等しく保持することを特徴とするセラミック・ハニカム構造物。

(5) 特許請求の範囲第1、第2、または第3項に記載のハニカム構造物において、各細胞が、隔壁の3個の向かいあつてない側部を形成する凹状に

曲つた隔壁と、隔壁の残りの3側の向かいあつていない開部を形成する凸状に曲つた隔壁とを有する変形して六角形の全体形状を有し、これにより応力を受けて変形中に、細胞の応力を受けた隔壁間のコーナ角度が全体としてコーナ角度の初めの値に等しく保持されることを特徴とするセラミック・ハニカム構造物。

16) 特許請求の範囲前記各項の任意の1項に記載のハニカム構造物において、ハニカム構造物の細胞が、一様でない温度状態により生じる圧縮及び引張り力を受け入れるように、変形することができ、そして近接する細胞の壁となる共通壁を有する各細胞が、近接した細胞に対して90°の方向にあることを除いて近接した細胞と同じ輪郭をしていて、これにより生じた温度状態<sup>に</sup>で生じる長手方向の細胞長さに対する横方向の膨張運動<sup>に</sup>よつて、1:細胞間の接合線が真直ぐになる壁に対し全体として横方向にいつしよにより近づくように動こうとすることなく、一組の向かいあつて曲つた壁を突形しかつ真直ぐにさせることができ、そしてこれ

によりもろさのより小さい構造を提供することとを特徴とするセラミック・ハニカム構造物。

17) 特許請求の範囲第5項に記載のハニカム構造物において、近接した細胞が互いに対して120°の角度に向けられるかまたは回転され、近接した細胞の向かいあつた壁が同じ方向に曲げられ、かつ一列になつた各細胞が同じ形状及び配置方向を有することを特徴とするセラミック・ハニカム構造物。

### 3 発明の詳細な説明

本発明は、全宗としてセラミック・ハニカム構造物、即ち構成体に属し、より詳しくは、細胞の長手方向端部に対する垂直平面において熱応力または機械応力による変形を調節しうる彎曲した壁を有する改良したセラミック・ハニカム細胞構造物に関する。

以下に用いられるように、セラミック・ハニカム構造物、即ち構成物は、このような細胞の本体を形成する相互に接続し、かつ相隣関係にある隔壁により形成される複数個の平行な細胞、即ち近

胞状部分を含む構造物を指示する。通常、細胞の本体は周縁壁または薄壁により取りまかされている。代表的には、全ての細胞は、薄壁に近接しているものを除いて、三角形、正方形、菱形、六角形、または円形のような同じ幾何学的な形状のものである。全体として本体内部に収容される流出表面領域を最小にするために、細胞を形成する相互に接続しそして相隣関係にある隔壁は、例えば0.0504 in (0.002 inches) から1.270 in (0.050 inches) の最小厚みにされている。

このようなセラミック・ハニカム構造物は、内燃機関からの排気物を処理する触媒コンバータ、または反応器に使用する基体、即ちコア部材として応用された。ドワイヤ(Dwyer)等の米国特許第3,783,350号明細書には、このような排出物と反応する触媒によりこのようなハニカム基体を処理する方法が示されている。触媒コア部材として有益な単一体のセラミック基体を製造する所し出し方法は、バグレイ(Bagley)の米国特許第3,790,654号明細書及びウイレイ

(Wiley)の米国特許第3,846,197号明細書に記載されている。単一体の基体を押し出す際に使用するダイは、バグレイの特許及びウイレイの米国特許第3,826,603号明細書において提供される。触媒コンバータ基体用のセラミック構成物は、米国特許第3,885,977号明細書に記載されている。

触媒コンバータの作用においては、細胞を通過して流れる燃焼の排出ガスは、細胞の軸線に対し平行で、かつ垂直な方向に激しい一様でない温度勾配を発生する。細胞に対し垂直な方向の勾配は、本体上に作用する非常に大きな接線方向及び半径方向応力を生じさせ、基体の周縁領域の割れ、または破断の形態の機械的破壊の原因として認識されてきた。

触媒単一体の熱衝撃抵抗における細胞幾何学の影響(Effects of Cell Geometry on Thermal Shock Resistance of Catalytic Monoliths)というタイトルの本発明者の論文(自動車技術協会論文第75-0,171号、1975年2月)にお

いて、熱応力に抵抗する基体の能力を改良する種々の制限が記載されている。ここで、セラミック・ハニカム構造物の熱的衝撃抵抗は、構造物を形成する材料の熱膨張係数及び膨張方向に与える材料の機械的強度に比例し、このような方向に与える厚さまたは構造弾性係数に逆比例する。過去においては、構造物を成形し、または小形膨張係数及び熱膨張を有する基体を製造する製作工程に非常に努力が向けられた。前記製作工程は、現在まで使用されたセラミック・基体が現在の自動車用燃焼装置に存在する条件のもとでは満足して達成すると知られている限り、充分であつた。

しかしながら、自動車の排気放出物に関する連邦政府の汚染の必要條件が将来にはさらに厳しくなるであろうし、そしてより詳しくはこのような将来の必要條件が排気ガスから有害な酸化物を取り除くためにより高温での変換を多分必要とするであろうことが周知になつている。言い換えると、将来向えられる基体が非常に高い温度を受けると予測される。これらの温度は、公知の基体がある

に大きくて利用するには耐えられないと予測される程の激しい熱勾配を生じる。

明白なことは、より厳格な必要條件を満足する基体を製造する際の従来の構造物及び製造方法を利用することができることが非常に望ましい。従つて、本発明の目的は、構造物が機械的破壊、または割れがなく、高温で発生されると予測される熱応力に抗することができると同時に、または類似した構造物及び本発明のセラミック・ハニカム構造物を製造する際に採用される製造工程によるセラミック・ハニカム構造物を提供することである。

本発明の主な目的は、応力を受けて予め透達された方法で変形しうる細胞の幾何学を有するセラミック・ハニカム構造物を提供することである。

より詳しくは、本発明の目的は、セラミック・ハニカム構造物のひずみ許容性、または熱衝撃抵抗を増大させ、または細胞壁に全体として平行で、かつ細胞の長手方向軸線に対し垂直な方向の構造弾性係数を低くしたことを特徴として、細胞幾

何学を有するこのような構造を提供することにより構成することである。さらに、本発明は、細胞の長手方向軸線、または構造物の細胞状部分に対して垂直な平面内に含まれる方向のより一様な、または等方性に近い構造弾性係数を有するハニカム構造物または構造物について考案している。

さらに、本発明の目的は、薄曲壁、または隔壁を含む凹型形状、または幾何学を有したハニカム構造物を提供することであり、これにおいて隔壁は十分に曲げられて、延びる側面を有する細胞幾何学による等方性構造弾性係数の特性を改良し、さらに壁の曲率により生じる壁、即ち隔壁の端部における応力を小さくしている。

本発明の効果を説明すると、これらの目的を達成する際に、本発明は、構造物を長手方向に延伸し延びる相対した細胞状部分、即ち壁をいつしよに形成する構造物の相互に連結した隔壁を含むセラミック・ハニカム構造物、即ち構造物を提供し、この構造物において構造物の周縁の細胞状部分<sup>(3)</sup>は、2組の隔壁により区画され；一組における

隔壁が各細胞の中央部を横つて長手方向に延びる軸線に対し凹状に曲げられ；他の組における隔壁がこのような細胞の中央部を横つて延びる長手方向軸線のまわりに凸状に曲げられ；そして各細胞状部分、即ち細胞の全体の輪郭が平行四辺形または六角形の形状を有する。

より明確には、平行四辺形型の細胞においては、全体として互いに平行な隔壁は、同じ方向に曲げられ、即ち凹状に曲つた隔壁の両端部に隣接するのは凸状に曲つた隔壁であるような凸形、または凹形をしており、逆もまた同じである。このように、隔壁間のすまは、細胞の長手方向軸線に対し垂直な平面における細胞状部分に作用する引張り応力または圧縮応力を受けて互方向変形も、またその変形中にも全体として同じ角度に維持される。

他の実施例も同様に考案されるが、正弦波の形状に各隔壁を形成する方が非常に好ましい。細胞の全体形状が互いに対向した2組の凸状に曲つた壁とその壁の間で2組の凹状に曲つた壁とを有する正方形の形状であるときには、わずかな誤

部で曲つた状態の隔壁形状にすることにより、壁の端部を通る直線に対し全体として平行な方向の弾性係数が概ね減少することにより、これにより全体構造をほとんど弾性的に等方性にする。隔壁の振幅を微小に曲めることにより、壁の端部に作用する曲げ応力の増大を微小にし、これにより構造物の強度が比較的わずかに減少するだけである。従つて、細視の断面構造は、出図の輪郭をしたほぼ直ぐな間隔からなる細胞の近接より概ね高い抵抗とならう。

このように、本発明の主目的は、衝撃抵抗を改良し、またはひずみ荷重を増大させた細胞を可能を有するハニカム構造物を提供することである。

以下において、本発明の好適実施例を添付図面を参照して説明する。

こゝで、特に第 2 乃至第 6 図を参照すると、セラミック・ハニカム構造物、即ち構成物のいくつかの実施例が示され、各実施例の構成物は、複数の平行な細胞状部分、即ち細胞 30 ~ 38、

即ち、各凹状隔壁 20 a の両端部は、2 個の凸状の隔壁 20 b の端部に隣接しており、さらに凸状の部分 20 b の両端部は凹状の部分 20 a の端部に隣接する。

凹状の隔壁または壁 20 a は、互いに向かいあい、これらの端部において凸状の曲つた隔壁 20 b により結合され、これらの隔壁はまた互いに向かいあつている。各隔壁は、第 4 図に示すように等しい長さ L を有し、該長さは各壁の接合部から接合部へ、即ち端部から端部への直線に沿つて測定される；そして凸状及び凹状の隔壁は同一の曲率を有し、各隔壁が並置した隔壁 20 a 及び 20 b の接合部 24 においてほぼ 90° の 4 個の等しいコーナー角を提示している。こゝで使用されるようなコーナー角は、壁の接合部、即ち交差部におけるそれぞれの隔壁壁に接してそして横断面にある 2 個の壁の交差により決められる。隔壁は、全体として一様な厚みを持ち、厚みは前述のように微小にされ、各細胞 30 乃至 38 の間壁した細胞領域を形成にする。接合部 24 において、即

ち 40 ~ 44 及び 50 ~ 60 を含み、隔壁は、以下に細視、即ちハニカム細胞として利用する隔壁、または一方向に全体として平行に構造物を通つて延びる相互に連続され、隔壁係にある隔壁または壁 20 により形成されている。ハニカム構造物を形成する複数の細胞は、第 3 図に部分的に示す隔壁、即ち外隔壁、即ち隔壁 70 により連続されている。好適には、隔壁は、相対的に長く、ハニカム細胞に対して垂直な平面において、いわゆる横断面と呼ぶべき及び Y 軸を含む面を形成する隔壁領域を微小にする。

第 2 乃至第 4 図に示す第一の実施例において、各細胞 30 ~ 38 は、変更した正方形の全体外形を有し；いわゆる各細胞の隔壁 20 a 及び 20 b の接合部または接合部 24 を通つて引いた直線により正方形が形成される。30 乃至 38 の各細胞は、第一の組の向いあつた凹状に曲つた隔壁 20 a と、第二の組の向うの凸状に曲つた隔壁 20 b とを有し、4 個の接合部 24 において凸状に曲つた隔壁 20 b は凹状に曲つた隔壁 20 a とに連続する。

各隔壁の端部において、応力集中を減少させるのに接合部は好適に平縁にされるか、または丸くされている。

第 3 図に示すように、各細胞状部分の菱形正方形の形状は、対称的な、繰り返しの、即ち再生するパターンに組込まれ、各細胞 30 乃至 38 が同じ形状のものであるが、隣りの細胞は互いに対して 90° の角度変位がされている。即ち、細胞 30 のような各細胞は、これのすぐ近くの細胞 30 乃至 38 と同一のものであるが、しかし各近接した細胞 32 乃至 38 は、共通の壁を 30 に対して 90° だけ回転した位置にある。このように、壁を 38 及び 36、または細胞 32 及び 34 のように一列になつた各細胞は、互いに同一であり、細胞 30 のように、どちらかの側部におけるこのような細胞から 90° の角度回転された細胞をその端に有する。

一個の細胞としてのハニカム構造物の横断面の繰り返し状の細胞パターンを形成するもう一つの方法は、各隔壁の壁が 1 本の尺からなる長方形の

して凸状であるか、このような隔壁に共通な曲率半径状部分に対し凹状になつてゐることである。例えば、細胞30の隔壁20aは、細胞30に対し凹状であるか；しかし細胞30と共通であり、そして細胞30の隔壁20aを分ける近接した細胞36及び38においては、隔壁20aがそれに対して凸状に曲げられている。細胞30においては、隔壁20bがその中央または長手方向隔壁に対して凸状に曲げられているが、同じ隔壁が細胞30の上及び下の方のそれぞれに配置された近接する細胞32及び34の中央に対して凹状に配置されている。図面から明著であるように、唯一の数字が使用されて、2個の細胞と共通である細胞の隔壁を示している。

本発明のハニカム構造物の主要な利点は、<sup>熱</sup>応力または機械的応力を受けて変形中に、変更した四辺形の場合には $90^\circ$ となるコーナー角度が各それぞれの細胞において本質的に等しく保持されることである。この結果は、向かいあつた隔壁20a及び20bのそれぞれが各細胞の中央部か

らまたはその方向へのどちらかに延びる予のモーメントを受けたアームを有し；そして変形中に、このような予のモーメントを受けたアームが隔壁の中央部から離れるかまたはその方向へのどちらかに隔壁を曲げようとするによりもたらされる。従つて、凹状に曲つた隔壁に平行に働く力は、2個の隔壁が内方向に折れ曲つたり、または折りやすくさせ；そして凸状に曲つた隔壁に平行に働く同様な等しい大きさの力がこれらの隔壁を外方向に曲りやすくさせ、これにより凸状に曲つた隔壁と凹状に曲つた隔壁との間のコーナー角度をこれらの隔壁の初期の値に全体として等しく維持する。こゝで用いられているように、全体として一つの隔壁に平行なという語句は、横断面にあり、そして例えば第4図に示すX軸に沿つた接合部、または接合部24において隔壁の端部に交差する直線に沿つた方向を含む。

セラミック・ハニカム構成体の分野の熟練者には明らかであるように、隔壁により形成されたコーナー角度が減少するにつれ、応力は隔壁の端部で

より集中しようとする。この応力集中は、コーナー角度をこれらの初期の大きさまたは値に全体的に維持する前述の機構、または装置を有するハニカム構造物を提供する本発明により最小にされる。通常の直直ぐな壁をした幾何学的形状の公知の細胞幾何学と比較すると、本発明の曲つた幾何学によれば、構造物は、真直なまたは平坦な隔壁が応力を受けて曲つたり、または変形するような任意の方法においてというよりはむしろ、予め設定されたまたは予め行つた方法で変形される。基質を含むセラミック材の破壊係数を減少する代りに、またはそれに加えて、コーナー角度をこれらの初期の値に維持し、そして本発明のより大きな細胞の可塑性を維持するこの装置は、ハニカム構造物に対して改良された熱的衝撃抵抗を与えることになろう。

上述の細胞幾何学のもう一つの重要な見かたとして、構造物内の方向の構造係数が曲つた壁の構造物ではより低くそしてより一様になることである。この構造係数の定義は、長手方向及

び接合方向応力が熱的にまたは機械的に生じるかどうかで、このような応力に抵抗する構造物の能力を改良することになる。

前に引用したS.A.E.紙に載せられているように、第1図の構造物の正方形の細胞の構造係数は以下の等式により決められる。

$$\bar{E}(\theta=0, 90^\circ) = E\left(\frac{t}{L}\right) \quad (1)$$

及び

$$\bar{E}(\theta=45^\circ) = \frac{2E}{\left[(L/t)^3 + (3+2\nu)(L/t)\right]} \quad (2)$$

こゝで、 $\theta$ は第1図に示すX軸からの角度方位； $E$ は細胞材の弾性係数； $L$ は隔壁10の長さを表わし； $t$ は隔壁10の厚味； $\nu$ はポアソン比である。ポアソン比 $\nu$ は、 $\theta=45^\circ$ または対角線方向で、細胞壁が一塊でないような細胞幾何学においては不完全であることから、 $0$ であると考えられる。

代表的には、 $\gamma$ -石英型セラミックの従来の構造

である押し出し異方性であり、厚み、即ち $t$ を  
 $0.254 \text{ mm}$  ( $0.010 \text{ inches}$ )、隔壁 $L$ を $1.78 \text{ mm}$   
 $(0.070 \text{ inches})$ に等しく、及び弾性係  
 $E$ を $0.28 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$  ( $4 \times 10^6 \text{ pound}$   
 $\text{per square inch}$ )に等しくすると、第1図  
 に示す型の正方形の細胞状部分の構造弾性係数は、  
 前の式(1)と(2)を使用すると、次の通り計算される。

$$\bar{E}(0,90^\circ) = 0.0401 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2 \quad (3)$$

$$(0.57 \times 10^6 \text{ psi})$$

及び

$$\bar{E}(45^\circ) = 0.00211 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2 \quad (4)$$

$$(0.03 \times 10^6 \text{ psi})$$

このように、先行技術の正方形の細胞は、非常  
 に導性的な異方性のものであることが解らう。細胞  
 壁に平行な方向の構造弾性係数(式3)は、対  
 角線方向の構造弾性係数(式4)より19倍も大  
 きい。正方形の細胞の異方性を説明するために、  
 横断面における種々の方向の構造弾性係数をプロ  
 ットした特性曲線を第1図に示す。

正方形弾性体の導性特性和本発明の異方性の弾性  
 特性を比較するために、構造弾性係数の等式(1)及  
 び(2)(前述の事項に示されるように)を得るのに  
 使用した異方性の弾性理論及びエネルギー方法を、  
 また本発明の改良された細胞弾性体の種々の構造  
 弾性係数を得るのに使用した。第2、第3及び第  
 4図の提案された正方形の輪郭は、等式(5)に示す  
 形状のうねり状の曲り壁を満える場合には、以下  
 の等式により形成される構造弾性係数を有する。即ち、

$$\bar{E}'(\theta=0,90^\circ) = \frac{E}{\frac{L}{t}(1+\frac{e^2}{t^2})} \quad (6)$$

及び

$$\bar{E}'(\theta=45^\circ) = \frac{2E}{[(L/t)^2 + (3+2\nu)(L/t)]} \quad (7)$$

この式において、 $e$ は第4図に示すうねり形状  
 の曲線の最大振幅；他のパラメータは上記の等式  
 に及びるものと同じであり；そして以下  
 に述べる理由のため曲線の幅かなさな振幅が必  
 要であると見なされたことから、対角線方向の導

本発明の好適実施例によると、第4図に示すよ  
 うに、隔壁 $20a$ 及び $20b$ は、各々次式により  
 形成される半正弦波の曲線を有してもよく、

$$y = e \sin \frac{\pi x}{L} \quad (5)$$

この式の $y$ は接合部 $24$ (いわゆる、第4図の  
 $x$ 軸から)において隔壁の端部を通過して引かれ  
 直線から垂直方向にとつた変位量であり； $L$ は隔  
 壁の接合部または端部間の直線距離；そして $e$ は  
 いわゆるどちらかの接合部 $24$ から $\frac{L}{2}$ の距離また  
 は中間地点における隔壁の最大の振幅またはそ  
 の振幅である。変位置 $y$ 、及び振幅 $e$ は、隔壁の  
 内側または外側表面というよりはむしろ隔壁の中  
 央線に関して測つたものである。第4図に略率的  
 に示す隔壁の外形線または輪郭は、このようにそ  
 れぞれの隔壁の中央線の外形線であり；そして振  
 幅 $e$ は、このような端部間の中間部または隔壁の  
 中間地点において、隔壁の中央線の端部を通過  
 引かれる直線 $x$ から偏位置である。

第1図に示し、かつ第1図に添え付けられた

弾性係数の等式は、上述の式(2)、即ち厚さ $\bar{E}(45^\circ)$   
 に等しい $\bar{E}(45^\circ)$ により与える式である。

壁厚み $t$ を再度 $0.254 \text{ mm}$  ( $0.010 \text{ inches}$ )  
 に等しくし、壁長さ $L$ を $1.78 \text{ mm}$  ( $0.070$   
 $\text{inches}$ )に再度等しくすると、 $\frac{e}{t}$ (いわゆる壁  
 厚みと振幅の比)の種々の値の壁に全体として平  
 行な方向の構造弾性係数は、以下のような。

即ち、

表 1

$\frac{e}{t}$	$\bar{E}'(\theta=0,90^\circ)$
0	$0.0401 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ ( $0.57 \times 10^6 \text{ psi}$ )
0.2	$0.0323 \times 10^6$ " ( $0.46 \times 10^6$ " )
0.4	$0.0204 \times 10^6$ " ( $0.29 \times 10^6$ " )
0.6	$0.0127 \times 10^6$ " ( $0.18 \times 10^6$ " )
0.8	$0.00844 \times 10^6$ " ( $0.12 \times 10^6$ " )
1.0	$0.00577 \times 10^6$ " ( $0.082 \times 10^6$ " )
1.2	$0.00415 \times 10^6$ " ( $0.059 \times 10^6$ " )
1.5	$0.00274 \times 10^6$ " ( $0.039 \times 10^6$ " )

前述の如く、0の振幅において、即ち隔壁が真直ぐであるとき、構造係数は、式(7)において示したように、 $0.0401 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$  ( $0.57 \times 10^6 \text{ psi}$ ) に等しい。驚くべきことに、振幅と厚みの比が1.5に等しい場合、構造弾性係数は、 $0.00274 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$  ( $0.039 \times 10^6 \text{ psi}$ ) に減少している。このことは、大きさがオーダーを越えるという構造係数の変異を表わす。

しかしながら、上記のように無衝撃抵抗は、構造係数に逆比例するだけでなく、また関連する方向の構造の強度に直接比例する。そのため、また、減衰の曲つた形状により隔壁に負担されるモーメント・アームの短縮として、接合部近くの隔壁の端部において生じる曲げ応力の増加を考慮する必要がある。従来の四辺形細胞の曲げモーメントと本発明の曲げモーメントとの間の関係は、次のように表現されてもよい。即ち、

$$\frac{M_0(\text{曲り壁})}{M_0(\text{直壁})} = 1 + \frac{4\theta}{\pi L} \cot \alpha \quad (8)$$

壁の構造弾性係数の減縮割合は3で表わされる。さらに、隔壁の端部における曲げ応力の増加は、10パーセントにすぎない。これにより大体の近似するものとして、その振幅が壁厚みの $6/10$ であるうねり状に曲つた隔壁を有する変更した正方形細胞の受可率は従来の正方形細胞受可率と比較して構造物の無衝撃抵抗の点で少なくとも倍増することになるといえよう。

さらに、本発明の細胞受可率は、セラミック・ハニカム素体の長方形の構造係数特性に非常に大きい改良を与えることになる。例えば、いうならば、前述の $0.254 \text{ mm}$  ( $0.010 \text{ inches}$ ) の壁厚み、及び $0.152 \text{ mm}$  ( $0.006 \text{ inches}$ ) の偏心率では、表1では細胞壁に平行な方向に $0.0127 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$  ( $0.18 \times 10^6 \text{ psi}$ ) の構造係数を示す。式(7)を用いると、このような壁厚み、及び偏心率を有する変更した正方形形状の場合の対角線方向の構造係数は $0.00211 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$  ( $0.03 \times 10^6 \text{ psi}$ ) である。これらの値を使用すると、 $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 及び $270^\circ$

この式において、 $M_0$  (曲り壁) は、うねり状形の曲つた隔壁の端部部分における曲げモーメント； $M_0$  (直壁) は、第1図に示すように、従来の正方形細胞の真直ぐな隔壁の端部における曲げモーメントを示し； $\theta$  及び $L$  は前記のものと同一； $\alpha$  は、第4図に示すように接合部24またはその端部における隔壁の曲線に対する接線Sと、隔壁の端部と対向する接合部を連つて引かれる線Lとの間の角度変位値である。この式の比を、 $x = \frac{\pi\theta}{4} = 0.152 \text{ mm}$  ( $0.006 \text{ inches}$ ) 及び $L = 1.78 \text{ mm}$  ( $0.070 \text{ inches}$ ) の値で解くと、

$$\frac{M_0(\text{曲り壁})}{M_0(\text{直壁})} \neq 1.1 \quad (9)$$

である。

式(9)及び表1を参照すると、振幅が $0.152 \text{ mm}$  ( $0.006 \text{ inches}$ ) 及び壁厚み $0.254 \text{ mm}$  ( $0.010 \text{ inches}$ ) においては、細胞壁に平行な方向の構造弾性係数は、 $0.0127 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$  ( $0.18 \times 10^6 \text{ psi}$ ) であり、真直ぐな

の方向の弾性係数の減縮により構造弾性係数の一様性の点で改良されたものが第2a図に示されており、前記方向では厚みの $6/10$ に等しい振幅を有するうねり状壁の曲率を組み込んだ弾性係数となる。最大弾性係数は、67%のオーダーで減少、他の語句では3のファクタで減少する。真直ぐな側部をした正方形の細胞の対角線及び壁に平行な方向の構造係数の値が19のファクタだけ違うので、本発明の変更した正方形の受可率に対する同じ値は6のファクタだけ違っている。これにより、構造弾性係数における長方形は、 $\frac{19}{6}$ のファクタだけ、即ちまたほぼ3のファクタだけ改良されている。

第5図に幾何学示す本発明の改良されたハニカム構造物のもう一つの実施例は、変更した六角形の細胞形状を有し；即ち、各細胞の接合部または接合部24'に近接した部分を通つて引かれる直線が六角形を形成している。第一の組の凹状に曲つた隔壁または壁は、3個の凹みあつていない隔壁20°を含み；一方、第二の組の凸状に曲つた壁

壁は3個の向かいあつていそい壁壁20°を含む。凹状に曲つた隔壁20°は、互いに離れていて、そしてそれらの隔壁の端部は凸状に曲つた隔壁20°の端部に隣接している。いわゆる、各凹状の壁20°の端部は、凸状の壁20°の端部に隣接され；かつ各凸状の壁20°の端部は、凸状の壁20°の端部に隣接している。隔壁は、長さと曲率が等しいものであり、そして各接合部24°は非矩直でありそしてその2個の近接した接合部から直角で間隔があげられている。凸状にそして凹状に曲つた隔壁の方向と曲率は、隔壁の端部が向に形成される120°の等角度となる。

第5図に示すように、細胞40、42及び44は、互いに対して向けられ、繰り返し、または再生した対称的なパターンを形成し、該パターンにおいて一個の細胞に対して凹状に曲げられた隔壁（細胞40に対する隔壁20°のように）は、このような隔壁に交差する細胞（細胞42のように）に対して凸状に曲げられている。細胞は、互いに同一であり、そして近接した細胞は、細胞のコ

ナ角度に等しい大きさだけ、即ち120°の大きさだけ回転される。この細胞間の回転係は、第5図の細胞40、42、及び44により示され、この図において細胞は共通の接合部24°回りに回転される。細胞40及び42のような任意の一行の六角形の細胞は、このように、列の方向に対し横に位置する隔壁が同じ方向に曲げられるように、互いに対して向けられている。

第6図に示す別な実施例においては、細胞が変更した菱形または長斜方形の形状を有する。この実施例においては、互いに向きあつたそして隔壁の端部において2個の向きあつた凸状に曲つた隔壁20°と、隣接した各2個の凹状に曲つた隔壁20°とを有して、第一及び第二の組の各々に2個の隔壁を有する。隔壁は、全てが端部から端部へ削られた等しい長さを有し、そして同一の曲率を有する。互いに向きあう2個のコーナー角は、ほぼ60°であり、そして他の向きあう角はほぼ120°である。以上のように、コーナー角は、接合部24°において交差しそして横断面にある

隔壁への接線の交差により形成される。

ハニカム構造物として一体に組込まれる場合、このような変更した菱形形状をした細胞は、構造物の周囲を除いて、任意の一個の隔壁が一個の細胞に対して凹状に隣接されるが、近接するかまたは隣接する細胞（即ち、隔壁に共通な細胞）に対し凸状に曲げられている状態で、互いに相互に網目をなしている。このパターンは、中央の接合部回りに接合した3個の同一の細胞からなる群を有するように表わされ；例えば、細胞50、52及び54は、一個の接合部24°回りに集まつており、そして細胞56、58及び60はもう一つの接合部24°のまわりに接合される。代つて、細胞の全体のパターンは、各々が共通の接合部のまわりに集められた6個の同一の細胞からなる複数の群を含むものとして記載されてもよい；例えば、細胞52、54、56及び58は、このような群の細胞の集まりを形成する6個の細胞のうちの4個である。

第5及び第6図の変更した六角形及び菱形の形

状をした細胞は；変更した四角形の形状に関して上述のように同じ利点を与える。熱応力、または機械的に生じる応力を受けて変形中に、隣接する隔壁間の角度は、これらの隔壁の初期の直に全体として等しく留まろうとし、これにより隔壁の端部における応力集中が最小にされる。また、曲つた隔壁の構造により、変更した六角形及び菱形の形状をした細胞が、その壁または隔壁に全体として平行な方向にねじり可撓性を有する。

壁に曲率を与える結果として生じる隔壁の端部における曲げ応力を最小にするが、しかしさらに構造係数を低く一様にするには、隔壁がうねり状に曲げられていることが好適である。さらに詳しくは、うねり状の形状をした隔壁は、細胞壁に全体として平行な方向における細胞構造の構造弾性係数をね減少するが、しかし曲つた隔壁形状の増大したモーメント・アームに組み込まれて曲げ応力をね増加させることがないように計算された振動を有することが望ましい。変更した六角形の形状に就しては、非常に小さい振動であらう



## 4. 図面の簡単な説明

ねり形状の冊子が相互に弾性を本質的に弾性的な等方性になすことになり；このことは、真直ぐな壁をした六角形構造物が平行四辺形の形状をした構造物よりずつと小さい等方性を有していることからなる結果であることに注意すべきである。

本発明は、自動車の懸架コンバータに使用するのに好適なセラミック型のハニカム構造物に關して説明してきたが、セラミック・ハニカム構造物が有利には強いひずみ許容性、または高い熱衝撃抵抗を必要とする他の場合に採用されてもよいことは認められよう。従つて、本発明が懸架コイル部材として使用されるセラミック・ハニカム構造物、または積成物に制限されることを意図していない。

本発明は、その可能とする形状または実施例に關して説明してきたが、本発明の補示は、制限というよりむしろ説明のためのものであり、そしてその変化及び変更が特許請求の範囲の記載、または本発明の精神から離脱することなくなされてもよいことは理解されるべきである。

第1図は周知の形式のハニカム構造物の細胞状部分、即ち細胞を示す破断斜視図；第1a図は第1図に示すように第1図の横断面またはX-Y面の傾々の方向にけるこのような細胞状部分の構造特性係数を示す特性曲線の対数線図；第2図は本発明のハニカム構造物の細胞状部分を示す破断斜視図；第2a図は横断面またはX-Y面の傾々の方向にける第2図の改良されたハニカム構造物の構造特性係数を示す特性曲線の対数線図；第3図は細胞状部分を形成する相互に接合した隔壁が変更した正方形の全体外形を有する本発明の好適実施例の代表的な線図；第4図は、第3図に示す構造物の単一の細胞または細胞状部分、かつより詳細にうねり形状の好適な壁曲率を示した破断斜視図；第5図は相互に接合した隔壁が変更した六角形の形状に相互に接合しそして相鄰關係にある細胞をなした本発明の他の好適実施例の代表的な線図；第6図は各細胞が変更した菱形状の平行四辺形の全体形状を有する本発明の好適実施例を示

す線図である。

20a、20b、20c、20d、20e、  
20f…「隔壁」  
24、24'、24''…「接合線」  
30～38、40～44、50～60…「細胞」

代理人 奥村 昭  
外3名

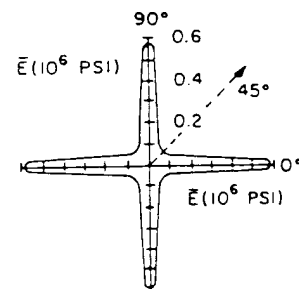


Fig. 1a

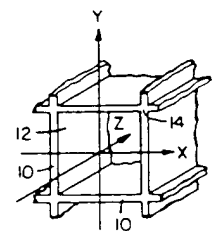


Fig. 1

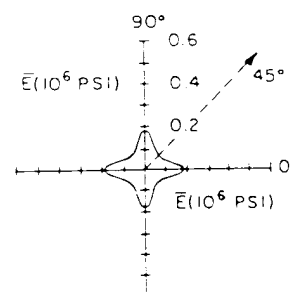


Fig. 2a

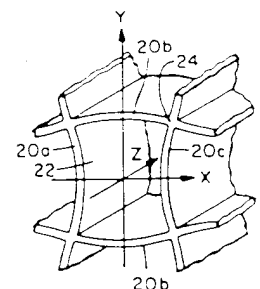


Fig. 2

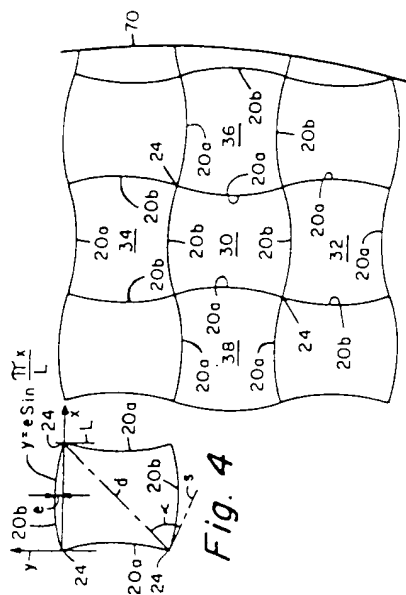


Fig. 3

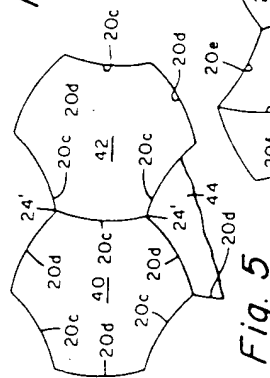


Fig. 6

